

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

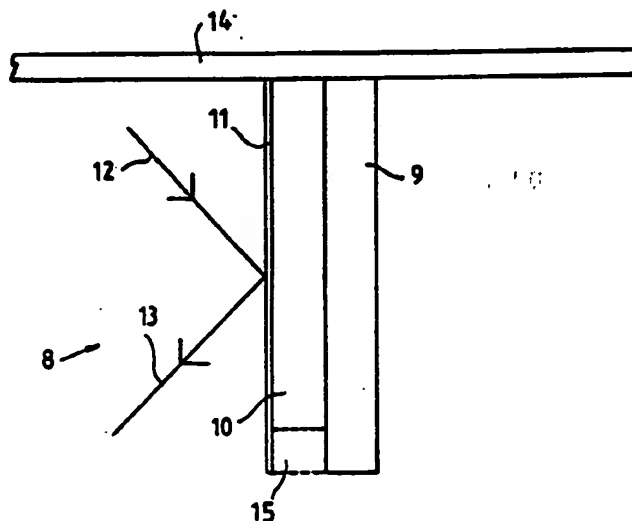


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G11B 11/10	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 91/10234 (43) Date de publication internationale: 11 juillet 1991 (11.07.91)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR90/00922</p> <p>(22) Date de dépôt international: 18 décembre 1990 (18.12.90)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 89/17313 28 décembre 1989 (28.12.89) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON CONSUMER ELECTRONICS [FR/FR]; 9, place des Vosges, La Défense 5, F-92400 Courbevoie (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): MAURICE, François [FR/FR]; 19, allée du Clairbourg, F-91370 Verrières-le-Buisson (FR).</p> <p>(74) Mandataire: CHAVERNEFF, Vladimir; Thomson-CSF SCPI, F-92045 Paris-La Défense Cédex 67 (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: CA, JP, KR, US.</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>	

(54) Title: MULTITRACK MAGNETO-OPTICAL READING HEAD

(54) Titre: TÊTE DE LECTURE MULTIPISTE MAGNETO-OPTIQUE



(57) Abstract

The disclosed head is essentially comprised of a structure in planar layers deposited during one deposition process: a ultra-fine magnetic layer (11), an air-gap layer (10) and a magnetic layer (9) for closing the magnetic circuit. The magnetic layers are engraved in order to define the elementary adjacent heads to read the multitrack bands.

(57) Abrégé

La tête considérée comporte essentiellement une structure à couches planes déposées au cours du même processus de dépôt: une couche magnétique ultrafine (11), une couche d'entrefer (10) et une couche magnétique (9) de fermeture de circuit magnétique. Les couches magnétiques sont gravées pour définir des têtes élémentaires adjacentes, afin de pouvoir lire des bandes multipistes.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	ES	Espagne	MG	Madagascar
AU	Australie	FI	Finlande	ML	Mali
BB	Barbade	FR	France	MN	Mongolie
BE	Belgique	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BF	Burkina Faso	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BG	Bulgarie	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BJ	Bénin	GR	Grèce	NO	Norvège
BR	Brésil	HU	Hongrie	PL	Pologne
CA	Canada	IT	Italie	RO	Roumanie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	SD	Soudan
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark				

TETE DE LECTURE MULTIPISTE MAGNETO-OPTIQUE

La présente invention se rapporte à une tête de lecture multipiste magnéto-optique.

On sait que pour les têtes multipistes le produit du nombre de têtes élémentaires par la vitesse de la bande magnétique est sensiblement égal à une constante. Par conséquent, lorsque l'on veut lire un grand nombre de pistes, la vitesse relative tête/bande est faible, et si l'on voulait utiliser une tête multipiste inductive, son signal de sortie serait trop faible. Dans ce cas, on a recours à des têtes de lecture fonctionnant en mode actif, notamment des têtes de lecture magnéto-optiques.

Un type connu de têtes magnéto-optiques met en oeuvre l'effet Faraday. Cet effet consiste à magnétiser un matériau magnéto-optique, tel que du grenat, par le flux magnétique produit par la bande magnétique en déplacement, et à détecter cette magnétisation grâce au pouvoir rotatoire qu'elle a sur une lumière polarisée. Ces têtes connues ont une résolution limitée par la taille naturelle des domaines de la bande et par la taille du spot lumineux d'analyse, et d'autre part leur efficacité est faible et leur signal de sortie est fortement bruité.

La présente invention a pour objet une tête de lecture multipiste de bande magnétique qui ait une bonne résolution, une bonne efficacité, dont le signal de sortie soit affecté le moins possible par du bruit, et qui soit facile et peu onéreuse à fabriquer.

La tête de lecture multipiste conforme à l'invention comporte un transducteur magnéto-optique à structure multicouches plane à au moins une couche magnétique mince à effet Kerr, au moins une couche en matériau non magnétique, et une couche en matériau magnétique à forte perméance de

fermeture de circuit magnétique. De préférence, la couche à effet Kerr présente une anisotropie magnétique, et son axe facile est dans le plan de cette couche et parallèle à la bande magnétique à lire. La tête de lecture de l'invention met en

5 oeuvre la lecture d'enregistrements longitudinaux. L'épaisseur de la couche à effet Kerr est telle que le flux magnétique produit par la bande lue l'amène au voisinage de la saturation.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de plusieurs modes de réalisation, pris comme exemples non limitatifs et illustrés par le dessin annexé, sur lequel :

10

- la figure 1 est un schéma de principe d'une tête élémentaire faisant partie d'une tête de lecture conforme à l'invention,

15 - la figure 2 est un schéma d'un premier mode de réalisation de la tête de la figure 1,

- les figures 3A et 3B sont des vues de côté simplifiées d'un ensemble de plusieurs têtes élémentaires conformes à l'invention,

20 - la figure 4 est une vue de dessus de l'ensemble de têtes des figures 3A et 3B,

- la figure 5 est un schéma simplifié d'un dispositif opto-électronique de lecture utilisant une tête conforme à l'invention,

25 - les figures 6A à 6D sont différentes vues schématiques simplifiées de têtes élémentaires multicouches conformes à l'invention,

- les figures 7A et 7B sont des vues de côté simplifiées d'une tête de lecture conforme à l'invention avec son dispositif de guidage de faisceau optique de lecture, sans réflexion sur la face du dispositif en contact avec la bande, et avec réflexion, respectivement,

30 - les figures 8 à 11 sont des vues simplifiées d'autres modes de réalisation de la tête de lecture de l'invention avec son dispositif de guidage de faisceau optique

de lecture.

La tête élémentaire de lecture à haute résolution représentée schématiquement en figure 1, est destinée à lire une bande magnétique 2, enregistrée à l'aide d'une tête d'écriture multipiste de tout type approprié. La tête 1 comprend un circuit magnétique 3 en forme de boucle ouverte au niveau de la bande 2, à haute perméabilité dont une portion est constituée d'une couche magnétique très mince 4 constituant le transducteur à effet Kerr. Le circuit magnétique 3 est interrompu par un entrefer 5 étroit, non magnétique, au niveau de la bande 2. La couche 4 est éclairée par un faisceau optique oblique incident 6, dont le trajet peut être complexe, comme on le verra ci-dessous lors de la description de quelques exemples de réalisation. Le faisceau réfléchi par la couche 4 est référencé 7 et c'est lui qui recueille l'information correspondant aux variations de magnétisation de la couche 4 entraînées par des variations du flux magnétique produit par la bande 2.

Pour que la tête 1 puisse fonctionner correctement, il faut en particulier que :

- l'ensemble du circuit magnétique 3 ait une réluctance faible,
- que la couche 4 ait une très faible épaisseur, de façon à être magnétisée presque à saturation par le flux magnétique produit par la bande 2. De façon approximative, le rapport : épaisseur de la couche 4 / épaisseur de la couche magnétisée de la bande 2 (1 000 à 10 000 Å environ) doit être sensiblement égal à l'inverse du rapport entre la magnétisation à saturation de la couche 4 et la magnétisation de la bande 2. Etant donné que ce rapport est typiquement de l'ordre de 5 à 10, la couche 4 a avantageusement une épaisseur comprise entre 100 et 2 000 Å environ. Cette couche 4 doit, bien entendu, avoir une très forte perméabilité magnétique pour ne pas diminuer la perméabilité de tout le circuit magnétique 3.

On a représenté en figure 2 le schéma simplifié d'un mode de réalisation d'une tête élémentaire faisant partie d'une

tête multipiste conforme à l'invention, beaucoup plus facile à fabriquer que la tête de la figure 1. La tête élémentaire 8 de la figure 2 comporte une couche épaisse de matériau magnétique à forte perméance 9, d'une épaisseur pouvant atteindre plusieurs microns par exemple.

Sur la couche 9 sont formées une couche 10 de matériau non-magnétique, d'une épaisseur comprise, par exemple entre 500 et 30 000 Å, et typiquement de 3 000 Å environ, et une couche mince 11 de matériau magnétique formant la couche à effet Kerr. L'épaisseur de la couche 11 est par exemple comprise entre 100 et 2 000 Å environ. Un faisceau optique incident oblique 12 arrive sur la couche 11, qui réfléchit un faisceau 13. Les couches 9 à 11 sont polies sur un de leurs chants, par exemple perpendiculairement à leur surface principale, et la bande magnétique à lire 14 est appliquée sur la surface ainsi polie. Selon une variante représentée en trait interrompu, la couche 9 peut présenter à son extrémité opposée à celle sur laquelle est appliquée la bande 14 une surépaisseur 15 rejoignant la couche 13 et fermant ainsi le circuit magnétique de la tête 8 du côté de cette extrémité. Toutefois, cette surépaisseur 15 n'est pas absolument nécessaire au fonctionnement correct de la tête 8 du fait de la très faible épaisseur de la couche 10 par rapport aux dimensions des surfaces en regard des couches 9 et 11.

La tête de la figure 2 peut être facilement réalisée en une seule opération de dépôt de couches, et il n'est pas absolument nécessaire de graver les couches déposées, contrairement à ce que l'on devrait faire pour réaliser la tête de la figure 1.

Selon un mode de réalisation de la tête de la figure 2, les deux couches magnétiques 9 et 11 ont sensiblement la même épaisseur, à savoir une épaisseur comprise entre 100 et 2 000 Å environ. Une telle tête présente les avantages suivants :

- Etant donné que les deux couches magnétiques sont très minces, leur structure magnétique, peut être monodomaine,

d'axe facile parallèle à la ligne de contact avec la bande à lire. Dans ce cas, la tête présente un avantage important : une structure monodomaine ne comporte, bien entendu, pas de parois de séparation de domaines et on élimine ainsi tout bruit lié à un déplacement de parois sous l'action d'un flux magnétique variable engendré par la bande à lire.

- Une couche magnétique épaisse produit un signal parasite, par effet de pôle fini, se traduisant par une sorte d'écho, qu'il faut éliminer à l'aide d'un filtre. Ce filtre doit avoir une longueur proportionnelle à l'épaisseur de la couche magnétique. On a donc tout avantage à réaliser une couche ultra-fine.

- Une structure symétrique (par rapport au plan central de la couche non-magnétique) présente l'avantage d'utiliser le même filtre d'égalisation pour les deux sens de défilement de la bande à lire.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, on stabilise la structure monodomaine des deux couches minces en appliquant à la tête de lecture un champ magnétique permanent ayant la même direction que la ligne de contact tête/bande, c'est-à-dire de même sens que l'axe facile des deux couches magnétiques. Ce champ aura une valeur typique inférieure à 100 oersteds.

On a représenté sur les figures 3a et 3b des exemples de dessins de gravure des couches magnétiques permettant de réaliser sur une même structure (couche non magnétique et couches magnétiques) telle que celle de la figure 2 plusieurs têtes élémentaires disposées côte-à-côte pour lire une bande multipiste. Dans le cas de la figure 3a, les couches individuelles 15.1, 15.2, ... ont un contour en forme de "U", alors que dans le cas de la figure 3b, les couches individuelles 16.1, 16.2, ... ont une forme de bandes rectangulaires parallèles. Cette gravure peut n'affecter que la couche magnétique supérieure, ou l'empilement de trois couches. Elle n'est pas forcément nécessaires lorsque la largeur de piste est supérieure

à quelques dizaines de microns. Elle présente un intérêt double :

- elle permet de limiter la diaphonie entre pistes adjacentes,

- elle permet de stabiliser la structure magnétique des pôles dont les magnétisations ont tendance à se coupler tête-bêche, dans un arrangement anti-ferromagnétique, comme on le voit sur la vue de la figure 4. Sur cette figure 4, les différentes têtes élémentaires successives sont référencées 17.1, 17.2, ... Les flèches tracées sur les faces frontales des couches magnétiques ultraminces en contact avec la bande magnétique à lire 18.1, 18.2, ... et 19.1, 19.2, ... représentent le sens de magnétisation de ces couches.

A priori, on peut dire que la structure de la figure 3a est plus stable que celle de la figure 3b du fait de sa longueur relativement courte (dans un sens perpendiculaire à la surface de la bande à lire). Si, dans la structure de la figure 3a, on allonge les pôles jusqu'à, dans le cas extrême, atteindre le cas de la figure 3b, la baisse du facteur démagnétisant dans un sens perpendiculaire à la ligne d'entrefer (perpendiculaire à la surface de la bande à lire) s'oppose à l'effet d'orientation du champ d'anisotropie, et la tête de lecture devient plus sensible, jusqu'à devenir instable le cas échéant.

La structure de la figure 3a est plus difficile à réaliser puisque le polissage de la tranche de la structure doit être contrôlé à quelques microns près en position absolue et en parallélisme. Par contre, la structure de la figure 3b peut être polie sur une machine automatique.

On a représenté en figure 5 un système 20 de lecture magnéto-optique multipiste comportant une tête de lecture conforme à l'invention. L'intérêt principal, pour la lecture d'un enregistrement multipiste, de l'utilisation d'une tête à effet Kerr est dû au principe de la lecture active dont les performances ne sont pas handicapées par une faible vitesse de défilement de la bande à lire, comme précisé ci-dessus en préambule. Le système 20 comporte en amont de la tête 21 à

5 effet Kerr une source ponctuelle de lumière 22, de préférence une diode laser, un objectif de collimation 23, un dispositif 24 comprenant un polariseur si la source 22 n'est pas polarisée et une lame $\lambda/2$ servant à rendre la polarisation du faisceau lumineux la traversant perpendiculaire à la direction de défilement de la bande 25 à lire, et une lentille cylindrique 26 orientée de façon à focaliser le faisceau collimaté par l'objectif 23 selon une ligne perpendiculaire à la direction de défilement de la bande 25.

10 La tête 21 comprend, comme exposé dans la présente description, un capteur à effet Kerr et, le cas échéant, un réflecteur optique.

15 En aval de la tête 21, le système 20 comporte un dispositif optique 27 d'imagerie ayant typiquement un grandissement d'environ un ; un dispositif 28 comprenant un analyseur et le cas échéant un compensateur de phase ; et un capteur optique linéaire 29 dont la zone active est la conjuguée optique par le système optique, de la ligne éclairée sur la tête à effet Kerr. Ce capteur optique comporte par exemple une barrette CCD. Le grandissement de la partie aval du système 20 étant typiquement de l'ordre de l'unité, on peut avantageusement le réaliser en optique intégrée.

25 On va maintenant décrire des solutions permettant d'améliorer le facteur de mérite de la tête de lecture de l'invention. Le facteur de mérite est égal au produit de l'angle de rotation dû à l'effet Kerr par la racine carrée du facteur de réflexion dû également à l'effet Kerr. On peut montrer que dans le cas d'un système multipliste la principale source de bruit est le bruit Schottky, lié à la nature corpusculaire de la lumière. 30 Le rapport signal/bruit du système de lecture est alors directement proportionnel au facteur de mérite défini ci-dessus, d'où l'importance de ce facteur de mérite.

Le facteur de mérite intrinsèque (mesuré dans l'air, sur une couche très épaisse) des matériaux magnétiques dépend de leur composition et de leur structure. Ces paramètres

interviennent également dans le cas des couches minces. De façon avantageuse, les circuits magnétiques de la tête de l'invention sont réalisés en alliages à forte teneur en fer, tels que : fer pur, fer nitré et fer carboné, "Sendust" (Fe, Al, Si).

Pour améliorer le facteur de mérite, l'invention prévoit d'utiliser avantageusement des effets d'interférences optiques.

L'utilisation de structures tricouches est bien connue pour améliorer le facteur de mérite des disques magnéto-optiques. On a représenté en figure 6a une structure dérivée à quatre couches. Cette structure comprend dans l'ordre : une couche magnétique 30, une couche métallique 31 réfléchissante à la longueur d'onde utilisée, une couche 32 en matériau non magnétique, transparente à la longueur d'onde utilisée, et une couche magnétique mince 33 constituant la couche à effet Kerr. Le rayon optique incident 34, arrivant sur la couche 33, est partiellement réfléchi par celle-ci en un rayon 35, et partiellement traverse celle-ci (rayon 36) pour se réfléchir sur la couche 31 (rayon réfléchi 37) et re-traverser la couche 32. L'épaisseur de la couche 32 est choisie de façon que la différence de marche entre les rayons 35 et 37 soit égale à la moitié de la longueur d'onde du rayon 34. Etant donné qu'une réflexion sur une couche métallique apporte un déphasage aussi égal à la moitié de la longueur d'onde, on constate qu'il se forme des interférences "destructives" entre les composantes normalement réfléchies des rayons 35 et 37, et "constructives" entre les composantes magnéto-optiques de ces mêmes rayons 35 et 37. Il résulte de ces phénomènes un accroissement du facteur de mérite du capteur à effet Kerr.

On a représenté en figure 6b une structure tricouche différentielle. Cette structure comporte une couche 38 de matériau non magnétique, transparent à la longueur d'onde utilisée, d'un côté de laquelle on forme une première couche magnétique 39 et de l'autre côté de laquelle on forme une

deuxième couche magnétique 40. Ces deux couches magnétiques présentant un effet Kerr. Par un choix judicieux de l'angle d'incidence du rayon incident 41 et de l'indice de réfraction de la couche diélectrique 38, on peut former cette couche 38 de façon que son épaisseur soit à la fois celle nécessaire pour l'entrefer de la structure du transducteur et pour un retard de marche des rayons lumineux de $\lambda / 2$. Dans ce cas, la couche 39 peut jouer le rôle du réflecteur 31 de la figure 6a en plus de son rôle de couche à effet Kerr. Ainsi, outre l'effet d'interférences décrit ci-dessus pour la figure 6a, la structure de la figure 6b présente un effet de combinaisons d'effet Kerr. Les rayons réfléchis par les couches 40 et 39 sont respectivement référencés 42, 43. La rotation par effet Kerr de la couche 39 se retranche de celle due à la couche 40. Il y a donc réjection de l'effet des magnétisations symétriques des deux couches magnétiques 39, 40 (ce qu'on pourrait qualifier de fonctionnement de type monopôle), et addition des effets rotatoires des magnétisations opposées de ces deux couches (fonctionnement de type dipôle).

On a représenté en figure 6c, une structure à cinq couches très minces à effet différentiel, combinant les caractéristiques et avantages des structures des figures 6a, 6b. Cette structure de la figure 6c comprend, dans l'ordre : une couche métallique réfléchissante 44 (qui peut être épaisse), une première couche diélectrique 45, une première couche ultra-mince de matériau magnétique 46, une seconde couche diélectrique 47, et une seconde couche ultra-mince de matériau magnétique 48. Le rayon incident 49 est en partie réfléchi par la couche 48 (rayon 50) et en partie transmis par cette couche (rayon 51). Le rayon transmis 51 est, à son tour, partiellement réfléchi par la couche 46 (rayon 52) et partiellement transmis (rayon 53). Le rayon transmis 53 est réfléchi par la couche 44.

Dans cette structure de la figure 6c, les deux couches diélectriques 45, 47 ont la même épaisseur, et produisent chacune un déphasage égal à la demi-longueur d'onde utilisée. La

structure (46-47-48) fait interférer les rayons 50 et 52 de façon à exacerber l'effet Kerr produit par la couche 48, comme expliqué pour la figure 3a.

5 De même, la structure (44-45-46) fait interférer les rayons 52 et 54 de façon à optimiser la réponse de la deuxième couche Kerr 46, réponse qui est retranchée, comme sur la figure 3b, de celle de la première couche 48. On peut ainsi parvenir à une meilleure réjection de la réponse symétrique (monopôle).

10 On a représenté en figure 6d une structure tri-couche formée sur un substrat S transparent à la longueur d'onde utilisée : couche magnétique 55, couche diélectrique 56, couche magnétique 57. Si l'angle d'incidence I du rayon incident 58 et les indices de réfraction n1 (couche 56) et n2 (substrats) sont choisis de façon que :

15

$$n2.\sin I = n1$$

20 on obtient la conjugaison de deux effets : la réflexion totale à l'interface des couches 56-57, qui produit le même effet qu'une structure tri-couche optimisée, et d'autre part, la présence d'une onde évanescente se propageant dans la couche 57 produit une rotation par effet Faraday qui vient s'ajouter à la rotation par effet Kerr, ce qui augmente corrélativement le facteur de mérite de la structure.

25

Dans toutes les structures décrites ci-dessus, on peut ajouter une couche diélectrique supplémentaire d'adaptation d'indice entre la première couche magnétique (celle à effet Kerr) et le substrat. Une telle couche supplémentaire, lorsque son indice de réfraction est judicieusement choisi, joue un rôle d'antireflet à l'interface substrat-couche Kerr, ce qui permet de faire interagir plus efficacement l'énergie lumineuse incidente avec les couches magnéto-optiques.

30

Pour pouvoir utiliser dans des conditions optimales la structure magnéto-optique décrite ci-dessus, il faut également résoudre les problèmes de contact avec la bande, et de

cheminements optiques. On décrit ci-dessous, en référence aux figures 7a à 11 des modes de réalisation, conformes à l'invention, de têtes magnétiques et de couches diélectriques (vues selon le même axe que les structures des figures 2 ou 6a à 6d) pour la lecture de bandes multipistes (les couches magnétiques étant par exemple gravées comme indiqué en figure 3a ou 3b). Cette structure de transducteur sera simplement appelée structure Kerr et sera simplement représentée sous forme d'un rectangle. C'est aussi la structure référencée 21 en figure 5.

On a représenté en figure 7a une tête magnéto-optique simplifiée 59, sans réflecteur. La structure Kerr 60 est réalisée sur un bloc 61 de matériau non magnétique transparent à la longueur d'onde utilisée. Le bloc 61 a la forme d'un parallélépipède tronqué à l'une de ses extrémités frontales (l'extrémité antérieure se trouvant du côté de la bande à lire, à proximité de la structure 60) perpendiculairement à ses faces latérales étroites (c'est-à-dire perpendiculairement au plan du dessin) selon deux plans faisant entre eux un angle obtus d'environ 135° . On obtient ainsi à cette extrémité frontale deux faces planes 62, 63 faisant entre elles cet angle d'environ 135° . On colle sur la grande face du bloc 61 portant la structure 60 un autre bloc 64, réalisé avec le même matériau que celui du bloc 61. La face antérieure 65 du bloc 64 est coupée en biais, dans le prolongement de la face 62, et ces deux faces sont polies pour former une surface sensiblement cylindrique sur laquelle passera la bande à lire 65A. On colle sur l'autre grande face 61 un prisme 66 de guidage de rayons optiques. Le prisme 66 est tel que les rayons incidents 67, entrant par sa face 66A, arrivent directement sur la structure 60, s'y réfléchissent, longent la face 62 en s'y écartant légèrement, se réfléchissent totalement sur la face 63 et sortent du bloc 61 (rayons émergents 67A). Etant donné que la bande 65A n'entre pas en contact avec la face 63, il n'y a pas de danger d'usure de cette dernière. La réflexion sur cette face 63 sera donc

toujours totale.

L'intérêt de la tête 59 est, outre sa simplicité, qu'une usure éventuelle due à la bande 65A est sans incidence optique, car le rayon optique 67 ne se réfléchit pas sur la face 62, mais sur la structure 60 et la face 63. Cependant, cette tête ne présente pas une sensibilité maximale à cause du faible angle (typiquement inférieur à 45°) que fait la bande 65A par rapport à la structure 60.

On a représenté en figure 7b une tête 68 à réflexion totale vitreuse sur la face polie du bloc optique en contact avec la bande à lire.

La tête 68 comporte un premier bloc optique 69 sensiblement en forme de parallélépipède rectangle dont une face frontale 70 est légèrement oblique. La structure Kerr 71 est déposée sur la face 72 du bloc 69, le long de l'arête commune aux faces 70, 72, la face 70 faisant avec la face 72 un angle légèrement supérieur à 90° et choisi de façon à séparer les faisceaux entrée et sortie. On fixe sur la face du bloc 69 opposée à la face 72 un bloc 73 en forme de prisme irrégulier. Le bloc 73 comporte une face d'entrée 74 par laquelle pénètre le rayon incident 75. Ce rayon 75 arrive sur la structure 71 près de son extrémité en contact avec la bande à lire 76 (qui est appliquée sur la face 70), se réfléchit sur cette structure en direction de la face 70 sur laquelle il subit une réflexion vitreuse totale. Le rayon 77 réfléchi par la face 70 traverse les blocs 69 et 73 et sort de ce dernier par sa face 78. L'angle entre les rayons 75 et 77 est égal au double de l'excès à 90° de de l'angle entre les faces 70 et 72. L'angle entre les faces 74 et 78 est fonction de cet angle entre les faisceaux 75 et 77.

La structure de la tête 68 a une meilleure résolution que celle de la tête 59, car l'angle typique entre la face 70 et la normale à la face 72 est typiquement inférieur à 30° . Pour que cette structure fonctionne correctement, il faut que la bande 76 ne soit pas en trop bon contact avec la face 70 polie, pour éviter de supprimer la réflexion vitreuse sur cette face.

Dans la tête 68 décrite ci-dessus, la structure Kerr 71 est apparente et non protégée. Elle est donc vulnérable. Pour la protéger, on peut avantageusement contre-coller du côté de cette structure une contre-pièce ayant une épaisseur voisine de celle du bloc portant cette structure, avant de couper et de polir la face qui sera en contact avec la bande à lire.

On a représenté en figure 8, le schéma d'une tête 79 à réflecteur métallique intégré. La tête 79 comporte un bloc-substrat 80 sur lequel est réalisée une structure Kerr 81 et sur lequel est rapportée une contre-pièce 82 transparente à la longueur d'onde utilisée. La face du bloc 82 qui est destinée à se trouver du côté de la bande à lire est polie. On forme sur la surface plane 83 ainsi polie une couche métallique réfléchissante 84, puis on colle ensemble les blocs 80,82 en les alignant de façon que la couche 84 soit bien tangente au bord de la structure 81. On polit alors de façon sensiblement cylindrique les surfaces sur lesquelles sera appliquée la bande à lire 85. L'épaisseur restante de la couche 84 à proximité de la structure 81 est au moins suffisante pour assurer une bonne réflexion de la lumière.

La partie arrière du bloc 82 est coupée et polie de façon à présenter deux surfaces planes 86,87 faisant entre elles un angle obtus et servant respectivement de faces d'entrée et de sortie du rayon lumineux incident 88 et émergent 89. Le rayon incident 88 se réfléchit sur le réflecteur 84, puis sur la structure 81.

La tête 90 de la figure 9 est une variante de la tête 79 de la figure 8. Le réflecteur métallique 91 est formé sur le substrat 92 portant la structure Kerr 93, au lieu d'être formé sur la contrepièce 94.

Le rayon incident 95 arrive presque perpendiculairement à la face d'entrée 96 du substrat 92, se réfléchit sur la couche 91, puis sur la structure 93. Le rayon émergent 97 sort de la tête en traversant un bloc prismatique 98 dont la face de sortie 99 est sensiblement perpendiculaire au rayon 97.

On a représenté en figures 10 et 11 des modes de réalisation faisant appel à des matériaux à fort indice de réfraction : supérieur à 1,5 et typiquement voisin de 2. Ainsi, même si la bande à lire est en contact intime avec la surface de réflexion des blocs optiques, elle ne peut perturber la réflexion totale, car l'indice de réfraction des liants utilisés pour la fabrication de la bande est au plus de 1,5.

La tête 100 de la figure 10 comporte un substrat 101 supportant à l'extrémité d'une de ses grandes faces une structure Kerr 102. Une contrepièce 103 collée contre le substrat et la structure protège cette dernière. Sur l'autre grande face du substrat 101 est collé un prisme d'entrée 104 à section triangulaire dont la face d'entrée 105 fait par rapport à la surface de la structure 102 un angle égal à l'angle d'incidence que doit faire le rayon incident 106 avec cette structure, le rayon 106 étant envoyé perpendiculairement à la surface 105. Cet angle est avantageusement compris entre 30 et 60° environ. Les surfaces frontales des blocs 101 et 102 destinées à entrer en contact avec la bande à lire 107 sont conformées en surface 108 sensiblement cylindrique. Le rayon incident 106 se réfléchit d'abord sur la structure Kerr 102 ; puis sur la face 108 (sur laquelle il arrive avec un angle d'incidence supérieur à l'angle limite de réflexion totale) et le rayon émergent 109 sort du bloc 101 perpendiculairement à sa grande face 110 (opposée à celle portant la structure 102). Bien entendu, la forme de la surface 108 est déterminée pour permettre ce trajet du rayon lumineux. Si le rayon 109 est perpendiculaire à la face 110, on évite d'avoir à repolir celle-ci.

On peut avantageusement réaliser la tête 100 de la façon suivante :

1/ dépôt de la structure 102 sur un substrat (101) d'indice élevé, par exemple en verre SF58, en zircone ou en GGG. De préférence, la structure 102 est réalisée comme la structure de la figure 6d, le matériau d'entrefer (couche 56 sur la figure 6d) ayant un indice de réfraction le plus faible

possible, de façon à obtenir une réflexion totale à l'interface entre la couche magnétique (couche 57, figure 6d) et l'entrefer. Ce matériau d'entrefer est avantageusement de la silice (indice voisin de 1,5) ou du MgF_2 (indice de 1,38).

5 2/ Gravure de la structure (55 à 57 sur la figure 6d) pour individualiser les têtes (par exemple comme indiqué en figure 3a ou 3b).

10 3/ Collage de la contrepièce 103. La contrepièce est réalisée de préférence avec le même matériau que celui du substrat 101. La colle utilisée a, de préférence, la même dureté que le substrat 101.

4/ Sciage de l'empilage 101-102-103 et ébauche à la meule de la surface 108.

15 5/ Finition à la bande abrasive de la surface 108, qui doit avoir une qualité de poli optique.

6/ Collage du prisme 104.

20 On a représenté en figure 11 une variante de réalisation de la tête 100 de la figure 10. Sur cette figure 11, les éléments similaires à ceux de la figure 10 sont affectés des mêmes références numériques.

25 La tête 111 de la figure 11 diffère de la tête 100 en ce que le bloc 112 est coupé de façon que sa face 113 d'entrée de rayon incident opposée à la face frontale arrondie (définissant avec la face frontale du bloc 102 la surface 108) soit perpendiculaire au rayon incident 106, le trajet des rayons 106 et 109 restant le même dans les deux cas. On supprime ainsi le bloc prismatique 104.

30 La tête 100 ou 111 présente ainsi une structure qui n'est pratiquement pas affectée par l'usure due à la bande à lire. Elle peut donc convenir à des systèmes à très haut débit de données à lire, à vitesse de déplacement de bande importante.

REVENDEICATIONS

1. Tête de lecture multipiste magnéto-optique, caractérisée par le fait qu'elle comporte un transducteur magnéto-optique à structure multicouches plane (9 à 11, 30 à 33, 39 à 40, 44 à 48, 55 à 57) à au moins une couche magnétique mince à effet Kerr (11,33,39 et 40, 46 et 48,57), au moins une couche en matériau non magnétique (10,32,38,45 et 47,56) et une couche en matériau magnétique à forte perméance de fermeture de circuit magnétique (11,30,39,46).
2. Tête de lecture selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la couche à effet Kerr a un axe facile dans le plan de cette couche et parallèle à la bande magnétique à lire.
3. Tête de lecture selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait qu'elle effectue la lecture d'enregistrements longitudinaux.
4. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'épaisseur de la couche à effet Kerr est telle que le flux magnétique produit par la bande lue l'amène au voisinage de la saturation.
5. Tête de lecture selon la revendication 4, caractérisée par le fait que l'épaisseur de la couche à effet Kerr est comprise entre 100 et 2 000 Å environ.
6. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'épaisseur de la couche en matériau non magnétique est comprise entre 500 et 30 000 Å environ.
7. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'on grave les couches de matériau magnétique d'une structure multicouches pour délimiter des têtes élémentaires (figures 3a,3b).
8. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'on lui applique un

champ magnétique permanent ayant la même direction que la ligne de contact tête/bande.

5 9. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle comporte un transducteur à quatre couches comprenant : une couche en matériau magnétique (30), un réflecteur métallique (31), une couche d'entrefer (32) et une couche à effet Kerr (33).

10 10. Tête de lecture selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait qu'elle comporte un transducteur à trois couches à effet différentiel : deux couches fines en matériau magnétique (39,40) et une couche d'entrefer (38).

15 11. Tête de lecture selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait qu'elle comporte un transducteur cinq couches à effet différentiel, comprenant une couche en matériau réflecteur (44), deux couches fines en matériau magnétique (46,48) et deux couches d'entrefer (45,47).

20 12. Tête de lecture selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait qu'elle comporte un transducteur à trois couches à réflexion totale, comprenant deux couches fines en matériau magnétique (55,57) et une couche d'entrefer (56), les indices de réfraction de la couche (56) et du substrat étant tels qu'il y ait réflexion totale dans la couche magnétique (57) recevant le rayon incident (58).

25 13. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle comporte une couche diélectrique supplémentaire d'adaptation d'indice entre la première couche magnétique et le substrat.

30 14. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le transducteur (60,71,81,93,102) est formé sur un bloc substrat (61, 69, 80, 92, 101, 112) en matériau transparent à la longueur d'onde utilisée.

15. Tête de lecture selon la revendication 14, caractérisée par le fait que l'on colle sur le bloc substrat un bloc de guidage de rayon lumineux (66,98,73,104), également

transparent à la longueur d'onde utilisée.

16. Tête de lecture selon la revendication 14 ou 15, caractérisée par le fait que l'on colle sur le bloc substrat une contrepièce de protection du transducteur (64,82,94,103).

5 17. Tête de lecture selon la revendication 16, caractérisée par le fait que la contrepièce est en matériau transparent à la longueur d'onde utilisée et sert au guidage du rayon lumineux incident et/ou réfléchi.

10 18. Tête de lecture selon l'une des revendications 14 à 17, caractérisée par le fait que l'on forme sur la contrepièce une couche réflectrice (84) en contact avec la bande à lire (85).

19. Tête de lecture selon l'une des revendications 14 à 17, caractérisée par le fait que l'on forme sur le substrat une couche réflectrice (91) en contact avec la bande à lire.

15 20. Tête de lecture selon l'une des revendications 14 à 19, caractérisée par le fait que la surface de contact d'au moins le bloc substrat avec la bande à lire est arrondie (figures 8 à 11 et figure 7a).

20 21. Tête de lecture selon l'une des revendications 14 à 20, caractérisée par le fait qu'au moins le bloc substrat est un matériau à indice de réfraction plus élevé que celui de la couche magnétique de la bande à lire.

22. Tête de lecture selon la revendication 21, caractérisée ledit indice est d'au moins 1,5.

25 23. Tête de lecture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle comporte une source lumineuse (22), une première optique (23 à 26) focalisant une raie lumineuse sur un transducteur (21), et une seconde optique (27,28) focalisant la raie réfléchie par le transducteur
30 sur un capteur optoélectronique (29).

24. Tête de lecture selon la revendication 23, caractérisée par le fait que la première optique comporte une lentille de collimation (23), un polariseur et une lame demi-longueur d'onde (22) et une lentille cylindrique (26).

25. Tête de lecture selon la revendication 23 ou 24,

caractérisée par le fait que la seconde optique comporte une lentille de focalisation (27), un dispositif de compensation de phase, et un analyseur (28).

1/8

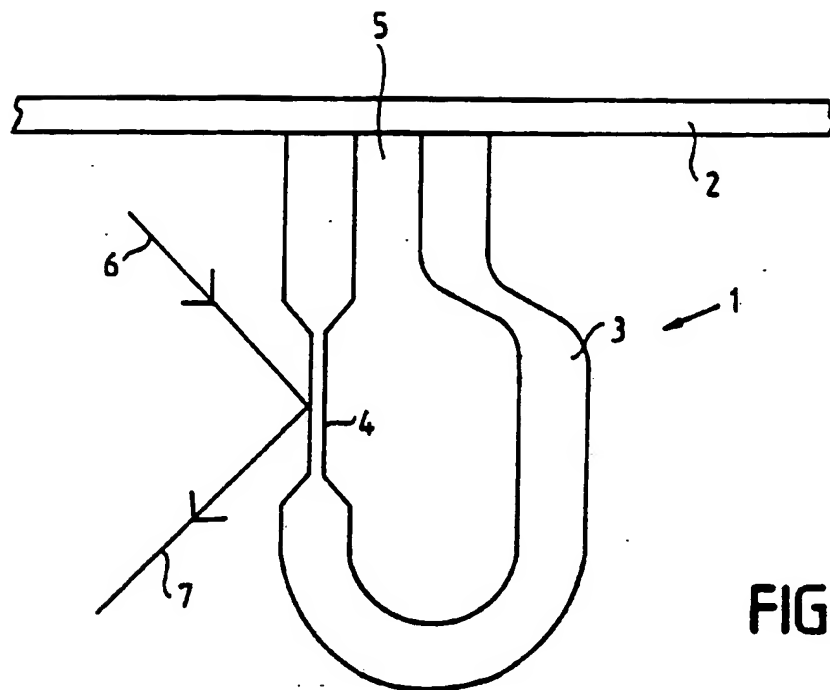


FIG. 1

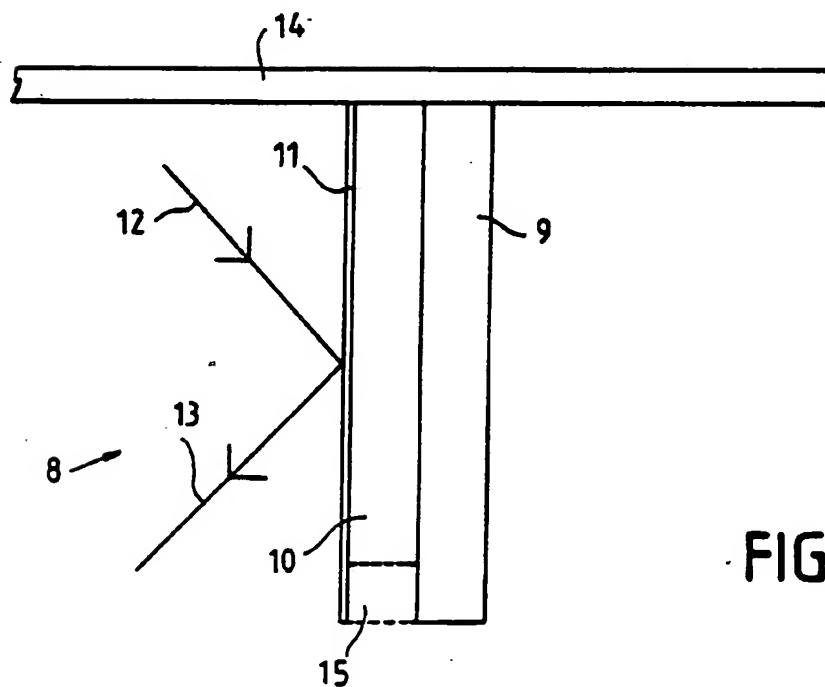


FIG. 2

2/8

FIG.3 a

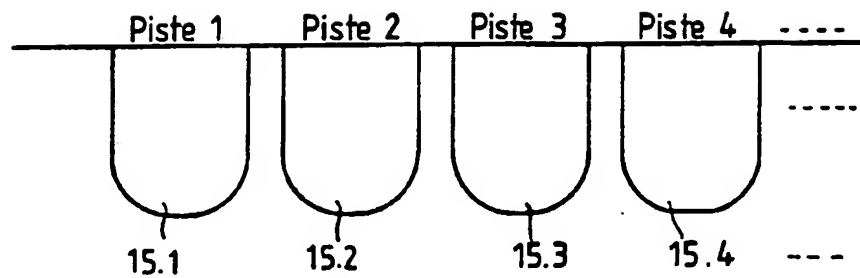


FIG.3b

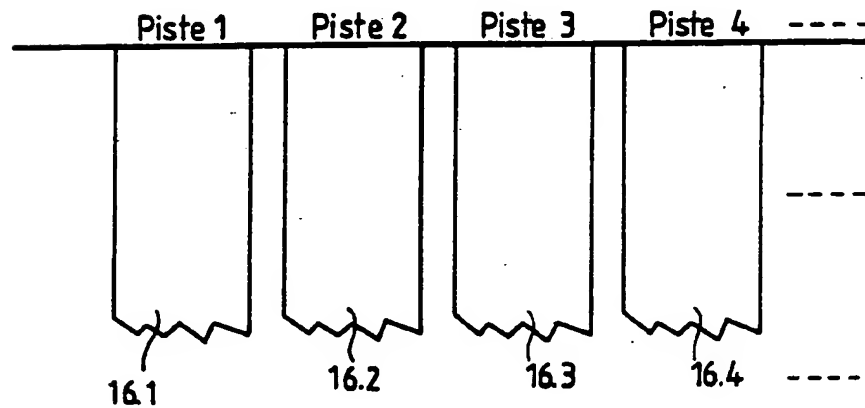
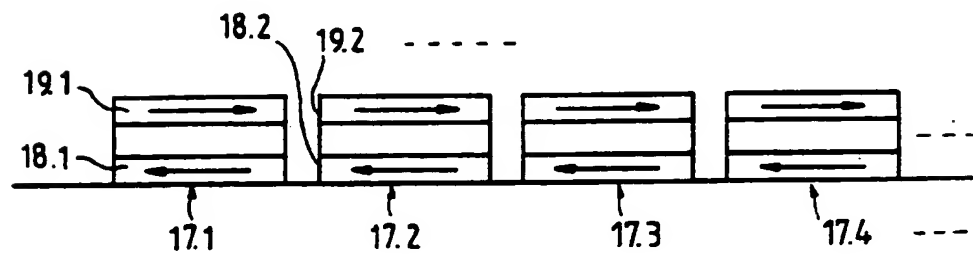


FIG.4



3/8

FIG. 5

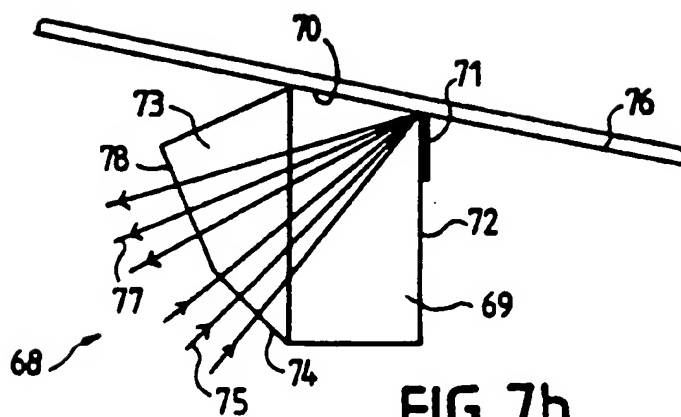
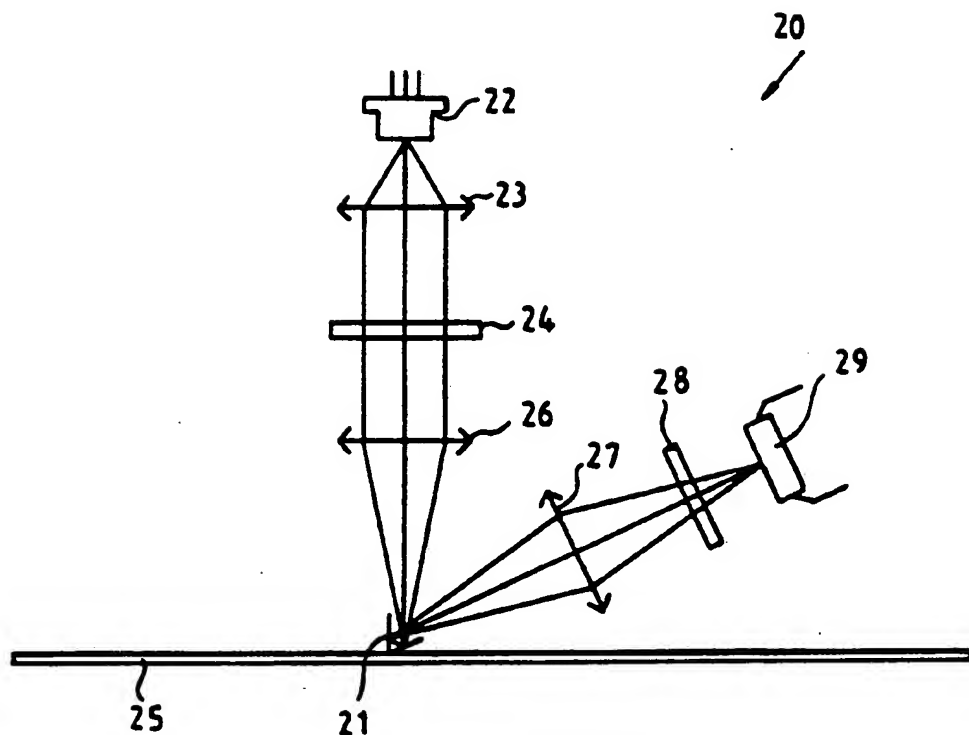
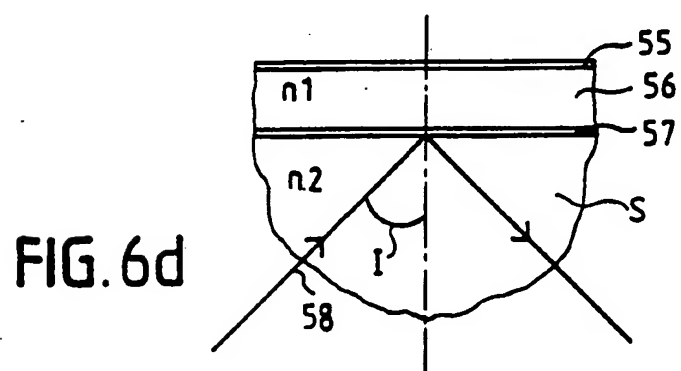
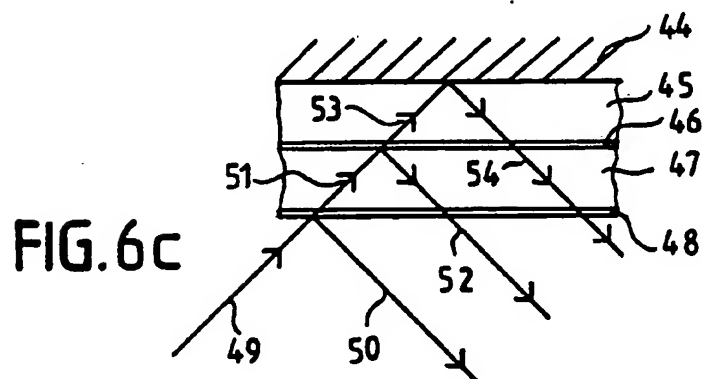
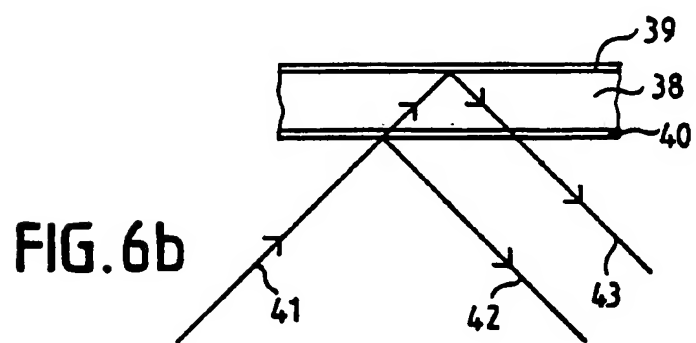
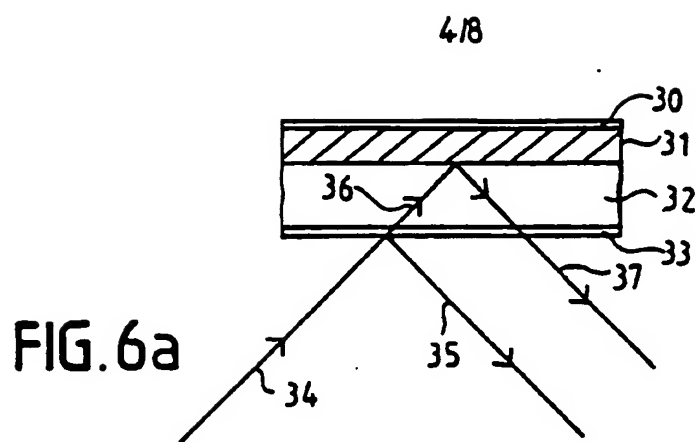
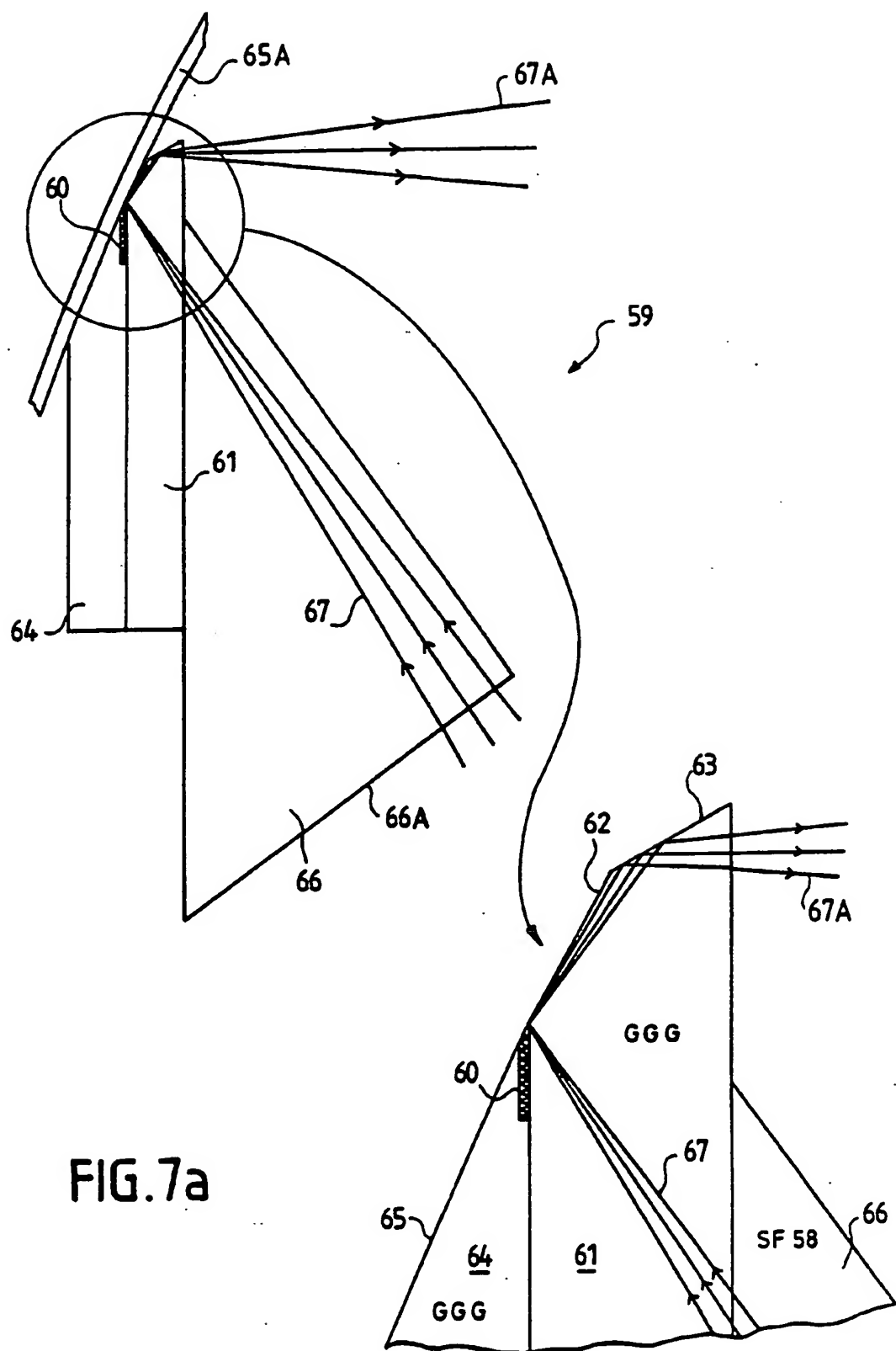


FIG. 7b



5/8



6/8

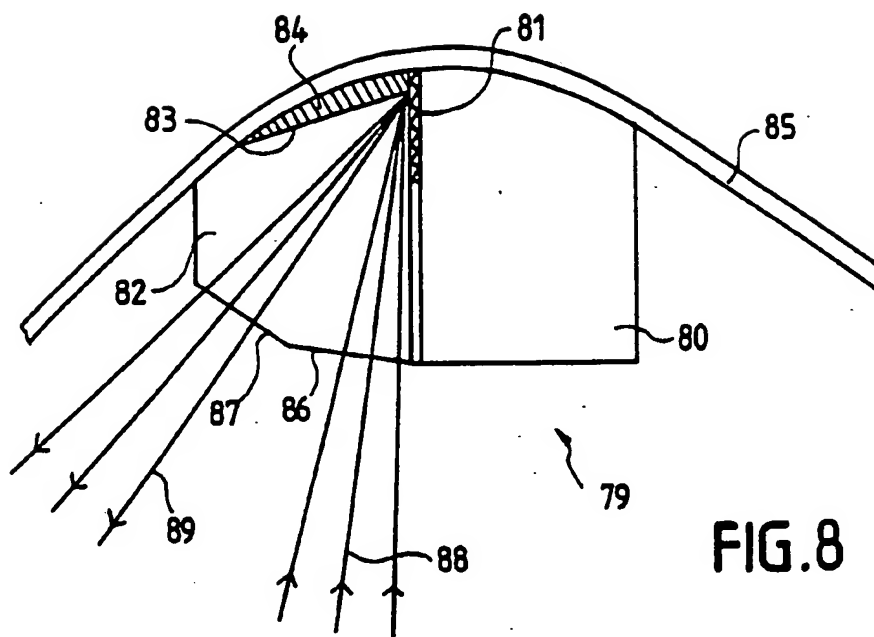


FIG. 8

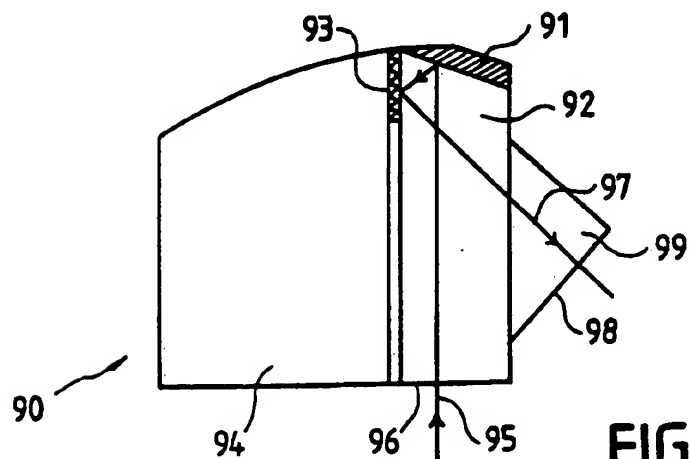


FIG. 9

7/8

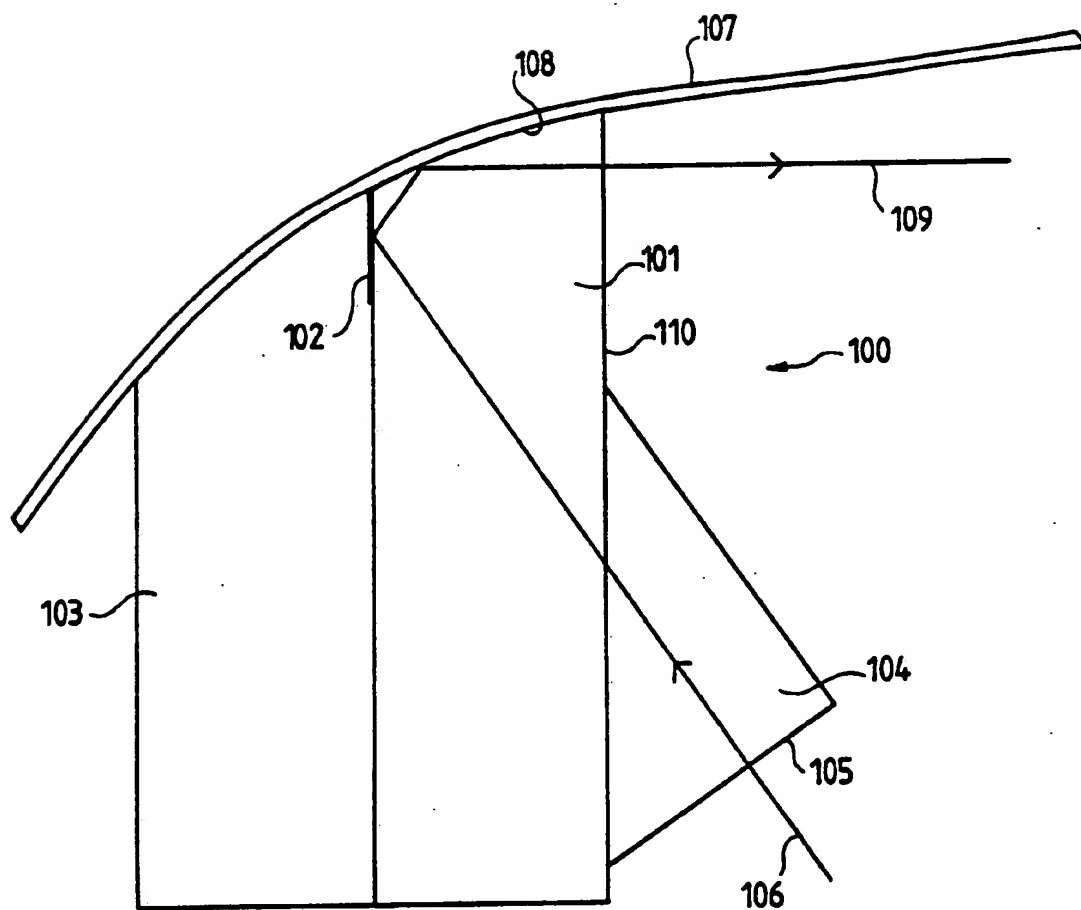


FIG. 10

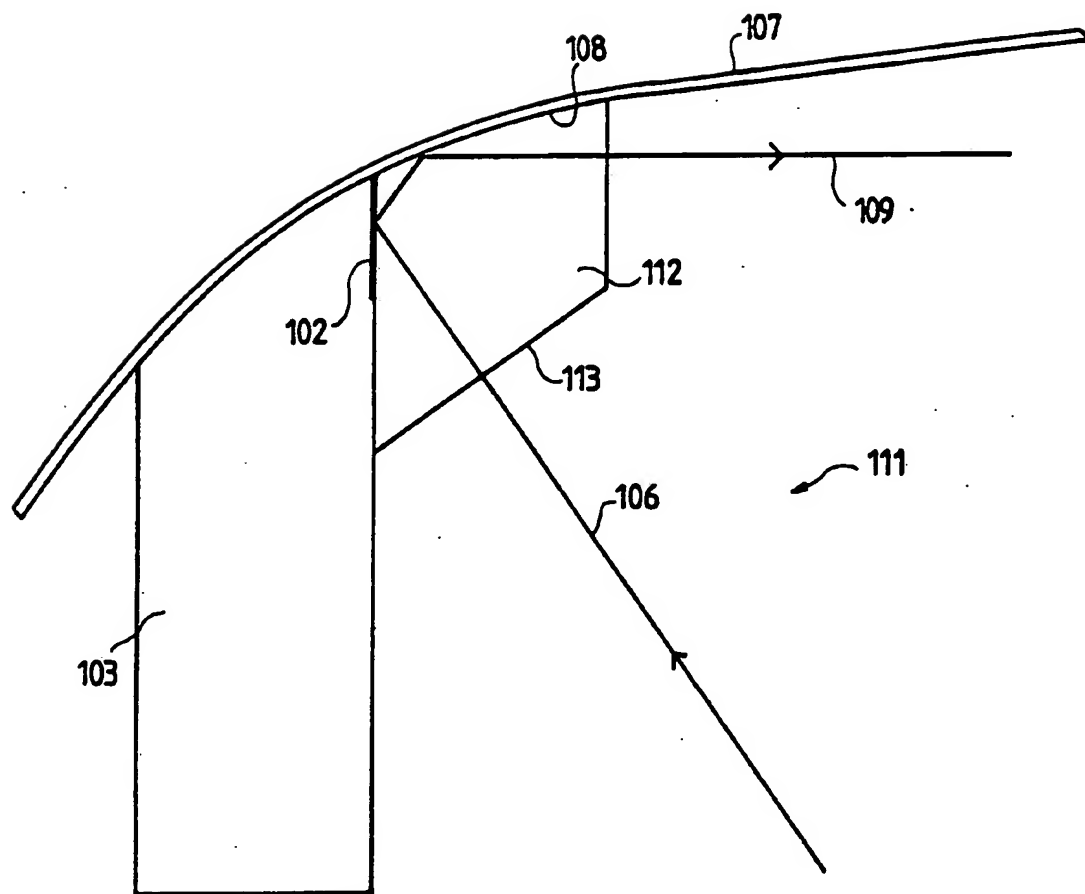


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR90/00922

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC IPC ⁵ : G11B 11/10						
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center;">Minimum Documentation Searched ?</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; border: none;">Classification System</td> <td style="border: none;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">IPC⁵</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">G11B</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *</p>			Classification System	Classification Symbols	IPC ⁵	G11B
Classification System	Classification Symbols					
IPC ⁵	G11B					
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *						
Category *	Citation of Document, ** with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³				
X	EP, A, 0195628 (HITACHI LTD) 24 September 1986 see page 4, line 14 - page 5, line 24; figure 4 ---	1,9				
A	Patent Abstracts of Japan, volume 12, No. 112 (P.687)(2959), 9 April 1988, & JP, A, 62241155 (HITACHI LTD) 21 October 1987 see abstract ---	1				
A	Patent Abstracts of Japan, volume 12, No. 34 (P-662) (2881), 2 February 1988, & JP, A, 62185267 (HITACHI LTD) 13 August 1987 see abstract ---	1				
A	US, A, 4654837 (LEWIS B. BROWDER) 31 March 1987 see column 4, lines 3-9; claim 1; figure 5 -----	1,14,20				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"Δ" document member of the same patent family</p> </div> </div>						
IV. CERTIFICATION						
Date of the Actual Completion of the International Search 1 March 1991 (01.03.91)	Date of Mailing of this International Search Report 19 April 1991 (19.04.91)					
International Searching Authority European Patent Office	Signature of Authorized Officer					

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 1985)

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9000922
SA 43228

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 12/04/91. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0195628	24-09-86	JP-A- 61214263	24-09-86
		JP-A- 61214264	24-09-86
		US-A- 4707755	17-11-87
<hr/>			
US-A- 4654837	31-03-87	None	
<hr/>			

EPO FORM P0479

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 90/00922

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷ Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB CIB⁵: G 11 B 11/10		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB⁵	G 11 B	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie [*]	Identification des documents cités, ¹¹ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹²	N° des revendications visées ¹³
X	EP, A, 0195628 (HITACHI LTD) 24 septembre 1986 voir page 4, ligne 14 - page 5, ligne 24; figure 4 --	1,9
A	Patent Abstracts of Japan, vol. 12, no. 112 (P.687)(2959), 9 avril 1988, & JP, A, 62241155 (HITACHI LTD) 21 octobre 1987 voir le résumé --	1
A	Patent Abstracts of Japan, vol. 12, no. 34 (P-662)(2881), 2 février 1988, & JP, A, 62185267 (HITACHI LTD) 13 août 1987 voir le résumé --	1
A	US, A, 4654837 (LEWIS B. BROWDER) 31 mars 1987 voir colonne 4, lignes 3-9; revendication 1; figure 5	1,14,20
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>[*] Catégories spéciales de documents cités: "-----"</p> <p>« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>« L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (taile qu'indiquée)</p> <p>« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>« T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>« Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>« & » document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
1 mars 1991	19. 04. 91	
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé U. TORIBIO	

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (Janvier 1985)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9000922
SA 43228

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12/04/91
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A- 0195628	24-09-86	JP-A- 61214263	24-09-86
		JP-A- 61214264	24-09-86
		US-A- 4707755	17-11-87
<hr/>			
US-A- 4654837	31-03-87	Aucun	
<hr/>			

EPO FORM P072

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82